



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 102 25 025 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 03 D 11/00**

21 Aktenzeichen: 102 25 025.1  
22 Anmeldetag: 6. 6. 2002  
43 Offenlegungstag: 24. 12. 2003

DE 102 25 025 A 1

71 Anmelder:  
Wobben, Aloys, 26607 Aurich, DE

74 Vertreter:  
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:  
DE 199 55 516 C1  
DE 197 26 408 C1  
DE 298 19 391 U1  
DE 296 03 278 U1  
DE 201 09 835 U1  
AT 4 01 674 B  
EP 11 01 936 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zum Handhaben von Rotorblättern

57 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Handhaben von Rotorblättern von Windenergieanlagen.

Eine Vorrichtung zur vereinfachten Handhabung von Rotorblättern ergibt sich durch ein starres Tragelement und wenigstens eine fest damit verbundene Rotorblattaufnahme.

Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zu Grunde, dass bei einem in der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgenommenen Rotorblatt vor allem die Wirkung des Windes einerseits und die Wirkung der Masseträgheit andererseits verringert werden.

DE 102 25 025 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Handhaben von Rotorblättern von Windenergieanlagen.

[0002] Zur Montage von Windenergieanlagen werden u. a. die Rotornabe und die Rotorblätter wegen ihrer beträchtlichen Dimensionen einzeln zur Baustelle transportiert. Dort werden sie dann zu einer Rotoreinheit zusammengebaut.

[0003] Dazu kommen verschiedene Montageverfahren in Betracht. Bei einem Verfahren werden die Rotorblätter am Boden an die Rotornabe angebaut und die gesamte Rotoreinheit wird dann von einem Kran in die Montageposition befördert und dort montiert.

[0004] Bei einem anderen Verfahren wird zunächst die Rotornabe am Kopf der Windenergieanlage montiert. Danach werden die Rotorblätter einzeln zur Rotornabe gehoben und dort in situ montiert.

[0005] In beiden Fällen ist es jedoch erforderlich, die großen Rotorblätter mit einem Gewicht von mehreren Tonnen zu handhaben, sie präzise in die jeweilige Einbausituation zu bringen und dort zu halten.

[0006] Dies wird von einem Kran bewerkstelligt, der das Rotorblatt mit Gurten (oder Ketten) anhebt, in seine Einbausituation bringt und dort hält. Dazu werden die Gurte an vorgegebenen Positionen um das Rotorblatt herum gelegt. Dann wird das Rotorblatt angehoben und transportiert.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur vereinfachten Handhabung eines Rotorblattes anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst durch ein starres Tragelement mit wenigstens einer fest damit verbundenen Rotorblattaufnahme.

[0009] Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zu Grunde, dass bei einem in der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgenommenen Rotorblatt vor allem die Wirkung des Windes während der Blattmontage einerseits und die Wirkung der Masseträgheit andererseits verringert werden.

[0010] Eine an dem Tragelement angeordnete Kugeldrehverbindung erlaubt eine Drehung der Vorrichtung mit dem Rotorblatt in einer definierten Drehebene. Um eine solche Drehung maschinell ausführen zu können, kann ein Drehwerksantrieb an der Kugeldrehverbindung vorgesehen sein.

[0011] Für verschiedene Aufgaben, wie z. B. die Befestigung von Sicherungsseilen und/oder Führungsseilen können voneinander beabstandet Ösen vorgesehen sein. Durch Führungsseile kann z. B. die Ausrichtung des Rotorblattes bei Ausfall oder an Stelle des Drehwerksantriebes vom Boden aus manuell erfolgen.

[0012] Um eine besonders einfache Aufnahme der Rotorblätter zu verwirklichen, kann die Rotorblattaufnahme als Rahmen ausgebildet sein, welcher das Rotorblatt an wenigstens drei Seiten umschließt.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Riegel an einer Seite der Rotorblattaufnahme schwenkbar angelenkt. Dieser Riegel gestattet ein Verschließen der Rotorblattaufnahme an der vierten Seite, so dass ein ungewolltes Herausgleiten des Rotorblattes aus der Rotorblattaufnahme sicher vermieden wird.

[0014] Um einen sicheren Halt des Rotorblattes in der Rotorblattaufnahme zu gewährleisten, umfasst die Rotorblattaufnahme das Rotorblatt in einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung formschlüssig.

[0015] Besonders bevorzugt ist die Rotorblattaufnahme derart ausgebildet, dass zwischen der Rotorblattaufnahme und dem Rotorblatt Polster vorgesehen sind, um eine Beschädigung des Rotorblattes zu vermeiden.

[0016] Diese Polster sind besonders bevorzugt aufblasbar. Dadurch kann das Rotorblatt bei zunächst entleerten Polstern in der Rotorblattaufnahme aufgenommen werden. Sobald das Rotorblatt in der vorgegebenen Position liegt, werden die Polster mit einem vorgebbaren Druck aufgeblasen. Dadurch wird einerseits das Rotorblatt in der gewünschten Lage fixiert, andererseits wird eine Beschädigung des Rotorblattes sicher vermieden.

[0017] Um ein Rotorblatt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung transportieren zu können, ist diese Vorrichtung insbesondere bevorzugt so weitergebildet, dass Ventile zum Befüllen und/oder Entleeren der aufblasbaren Polster vorgesehen sind. Weiterhin sind ein Energiespeicher und/oder ein Druckspeicher und/oder wenigstens ein Steckverbinder zum Anschluß einer elektrischen und/oder hydraulischen und/oder pneumatischen Leitung vorgesehen. Durch diese Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die aufblasbaren Polster sowie Energiespeicher und Druckspeicher befüllt werden. Sodann können diese von den Leitungen getrennt werden und erlauben einen Transport der Vorrichtung mit dem Rotorblatt, wobei eventuell auftretende Druckverluste in den Polstern durch die Speicher ausgeglichen werden können. Der Energiespeicher, z. B. ein ausreichend bemessener Kondensator oder ein chemischer Speicher wie ein Akkumulator, stellen dabei die erforderliche Energie für eine Steuerung und zur Betätigung entsprechender Steuerungseinrichtungen wie Ventile bereit. Dabei sind selbstverständlich auch geeignete Sensoren eingeschlossen.

[0018] In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung wenigstens einen Tragstab und eine Tragplatte, wobei der Tragstab durch eine im Rotorblatt vorgesehene Durchgangsöffnung hindurchgreift und an der Tragplatte endet. Dadurch bildet die Tragplatte die Auflagefläche für das Rotorblatt und kann entsprechend groß bemessen und gepolstert sein. Der Tragstab verläuft durch das Rotorblatt und stellt so eine feste Verbindung zwischen der Trageinrichtung und dem Rotorblatt her.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher beschrieben. Dabei zeigen:

[0020] Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0021] Fig. 2 eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0022] Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] Fig. 4 eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0024] Fig. 5 eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] In Fig. 1 ist ein Tragelement 10 vorgesehen. Dieses Tragelement 10 hat eine rechteckige Form. Im Zentrum dieses Tragelementes 10 ist eine Kugeldrehverbindung 12 vorgesehen. Diese Kugeldrehverbindung gestattet auch bei einer starren Aufhängung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, z. B. durch Verbolzen am Rollenkopf eines Kranes eine Drehung der gesamten Vorrichtung um die Hochachse.

[0026] Dem Tragelement 10 gegenüber ist ein Bodenelement 16 vorgesehen. Dieses Bodenelement 16 weist im Wesentlichen die gleichen Abmessungen und Form auf wie das Tragelement 10. Zwischen dem Tragelement 10 und dem Bodenelement 16 ist ein Seitenelement 14 vorgesehen. An diesem Seitenelement 14 sind Ösen 26 dargestellt. Durch diese Ösen 26 können Seile geführt werden, die z. B. eine Drehung der gesamten Vorrichtung um ihre Hochachse auch dann erlauben, wenn diese bereits von einem Kran angehoben wurde.

[0027] Durch die Anordnung des Tragelementes 10, des Bodenelementes 16 und des Seitenelementes 14 ergibt sich

eine offene Vorrichtung, der erfindungsgemäß das Rotorblatt aufnimmt. Damit die Vorrichtung das Rotorblatt an vier Seiten umschließt, kann ein weiteres Seitenelement 18 vorgesehen sein. Dieses zweite Seitenelement 18 ist jedoch durch ein Scharnier 22 schwenkbar an dem Tragelement 10 angelenkt. Durch das Verschwenken dieses zweiten Seitenelementes 18 kann also eine Öffnung freigegeben werden, durch welche das Rotorblatt von der Vorrichtung aufgenommen bzw. freigegeben werden kann.

[0028] Weiterhin sind an vorgegebenen Positionen des Tragelementes 10 und des Bodenelementes 16 sogenannte Containerecken 20 dargestellt. Diese Containerecken 20 erlauben eine Verbindung der erfindungsgemäßen Vorrichtung einerseits mit weiteren, ebenso ausgebildeten Vorrichtungen sowie z. B. während des Transports eines Rotorblattes mit dem Transportfahrzeug auf einfache und im Stand der Technik bereits bekannte Weise.

[0029] Ebenso wie für die Betätigung des zweiten Seitenelementes 18 kann auch für die Betätigung der Kugeldrehverbindung 12 jeweils ein geeigneter Antrieb vorgesehen sein. Dies kann bei der Kugeldrehverbindung 12 natürlich ein Antriebsmotor sein, während für die Betätigung des zweiten Seitenelementes 18 z. B. elektrische, hydraulische oder pneumatische Vorrichtungen verwendet werden können.

[0030] Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Rotorblatt 29. In dieser Figur sind innerhalb der erfindungsgemäßen Vorrichtung, welche durch das Tragelement 10, die Bodenplatte 16, die erste Seitenwand 14 und die an dem Tragelement 10 gelenkig angelenkte zweite Seitenwand 18 gebildet wird, Polster 24 vorgesehen, welche das Rotorblatt 29 in seiner vorgegebenen Position einerseits sicher halten und andererseits vor Beschädigungen durch die Vorrichtung schützen.

[0031] Diese Polster 24 können aufblasbar (mit Gas oder Flüssigkeit) ausgebildet sein. Dadurch ist eine Aufnahme bzw. Freigabe des Rotorblattes 29 durch die Vorrichtung problemlos möglich und das Rotorblatt 29 kann trotzdem auf einfache Weise gehalten werden. Dabei kann das Aufblasen der Polster 24 bis zu einem vorgebbaren Druck erfolgen, bei welchem das Rotorblatt 29 sicher gehalten aber nicht beschädigt wird.

[0032] Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das Tragelement 10 ist bei dieser Ausführungsform kleiner, weist aber wiederum eine Kugeldrehverbindung 12 auf. Natürlich kann auch hier ein entsprechender Antrieb an der Kugeldrehverbindung 12 vorgesehen sein.

[0033] An zwei gegenüberliegenden Seiten des Tragelementes 10 sind Längsträger 28 angeordnet. An diesen Längsträgern 28 sind wiederum an zwei gegenüberliegenden Seiten des Tragelementes 10 eine Rotorblattaufnahme aus oberen Elementen 11, Seitenelementen 14 und Bodenelementen 16 angebracht. Diese ist hier einseitig offen dargestellt. Natürlich kann auch dort ein schwenkbar angelenktes Element vorgesehen sein, dass ein Verschließen dieser Rotorblattaufnahme an der offenen Seite erlaubt, so dass ein darin aufgenommenes Rotorblatt wiederum an allen vier Seiten umschlossen ist. Der Übersicht halber sind hier auch die Containerecken (vergleiche Bezugszeichen 20 in Fig. 1) und die Ösen (vergleiche Bezugszeichen 26 in Fig. 1) ausgelassen.

[0034] Diese alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist ein geringeres Eigengewicht auf. Dabei sind jedoch die einzelnen Elemente so ausgelegt, dass die Festigkeit ausreicht.

[0035] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese Vorrichtung ist besonders vorteilhaft bei Rotorblättern anwendbar, die ein

Durchgangsloch zwischen Oberseite und Unterseite (also Saugseite und Druckseite bei Rotorblättern, die nach dem Auftriebs-Prinzip wirken) aufweisen. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist an dem Tragelement 10 wiederum die Kugeldrehverbindung 12 vorgesehen. An das Tragelement 10 schließt ein Tragstab 30 an, der mit dem Tragelement 10 fest verbunden ist. An dem dem Tragelement 10 gegenüber liegenden Ende des Tragstabes 30 ist eine Tragplatte 32 vorgesehen. Diese Tragplatte 32 ist am Tragstab 30 lösbar befestigt; der Tragstab 30 kann also nach dem Entfernen der Tragplatte 32 durch das Durchgangsloch in dem Rotorblatt geführt werden. Daran anschließend wird die Tragplatte 32 an dem dafür vorgesehenen Ende des Tragstabes 30 befestigt und spannt das so das (nicht dargestellte) Rotorblatt ein.

[0036] Da das Hindurchführen des Tragstabes 30 durch das Durchgangsloch im (nicht dargestellten) Rotorblatt bei einer Spielpassung auf besonders einfache Weise möglich ist, dieses Spiel aber während des Transportvorganges nicht erwünscht ist, kann an dem Tragstab ein veränderbarer Abschnitt 34, wie z. B. ein aufblasbarer Balg vorgesehen sein, der den Zwischenraum zwischen dem Tragstab 30 und dem (nicht dargestellten) Rotorblatt ausfüllt und somit das Spiel aufhebt.

[0037] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese Vorrichtung weist wiederum ein Tragelement 10 mit einer Kugeldrehverbindung 12 auf. Weiterhin ist an diesem Tragelement 10 wiederum ein Tragstab 30 angebracht und an dessen gegenüberliegendem Ende befindet sich wiederum die Tragplatte 32. Allerdings ist bei dieser Ausführungsform der Tragstab 30 um seine Längsachse drehbar mit dem Tragelement 10 verbunden. Weiterhin weist der Tragstab 30 in einem Mittelabschnitt einen Riegel 36 auf.

[0038] Bei der Ausgestaltung des Riegels 36 gibt es vielfältige Möglichkeiten. Diese umfassen einen festen Riegel, der nach dem Einsetzen in das Rotorblatt mit dem Tragstab 30 zusammen so gedreht wird, dass er in eine innerhalb des Rotorblattes vorgesehene, korrespondierende Ausnehmung eingreift und so eine lösbare aber feste Verbindung mit dem Rotorblatt herstellt.

[0039] Alternativ können natürlich auch bewegbare Elemente vorgesehen sein, die in situ in eine Verriegelungs-Position bewegt werden, um die Verbindung zwischen dem Rotorblatt und der Vorrichtung herzustellen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Handhaben von Rotorblättern von Windenergieanlagen, **gekennzeichnet durch** ein starres Tragelement (10) mit wenigstens einer fest damit verbundenen Rotorblattaufnahme (11, 14, 16, 18, 30).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine an dem Tragelement (10) angeordnete Kugeldrehverbindung (12).
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Drehwerksantrieb an der Kugeldrehverbindung (12).
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch in Längsrichtung des Tragelementes (10) voneinander beabstandete Ösen (26) für Zugseile.
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblattaufnahme (11, 14, 16, 18, 30) als Tragrahmen (11, 14, 16, 18) ausgebildet ist, welcher das Rotorblatt (29) an drei Seiten umschließt.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche

che, dadurch gekennzeichnet, dass ein Riegel (18) an einer Seite der Rotorblattaufnahme (10, 11, 14, 16) schwenkbar angelenkt ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblattaufnahme (10, 11, 14, 16, 18) das Rotorblatt (29) form-schlüssig umfasst. 5

8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Polster (24, 34), die zwischen der Rotorblattaufnahme (10, 11, 14, 16, 18, 30) 10 und dem Rotorblatt (29) vorgesehen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch aufblasbare Polster (24, 34).

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch Ventile zum Befüllen und/oder Entleeren der 15 aufblasbaren Polster (24).

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch einen Energiespeicher und/oder Druck-speicher und/oder wenigstens einen Steckverbinder zum Anschluss einer elektrischen und/oder hydraulischen und/oder pneumatischen Leitung. 20

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblattaufnahme wenigstens einen senkrecht zu dem Tragelement (10) verlaufenen Tragstab (30) umfasst. 25

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an der von dem Tragelement (10) abgewandten Seite des Tragstabes (30) eine Tragplatte (32) lösbar befestigt ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch 30 gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Tragstabes (30) in wenigstens einem Abschnitt veränderbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Verbolzen der Vorrichtung am Rollenkopf eines Kranes. 35

16. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Containerecken (20) an der Oberseite und/oder der Unterseite der Vorrichtung.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

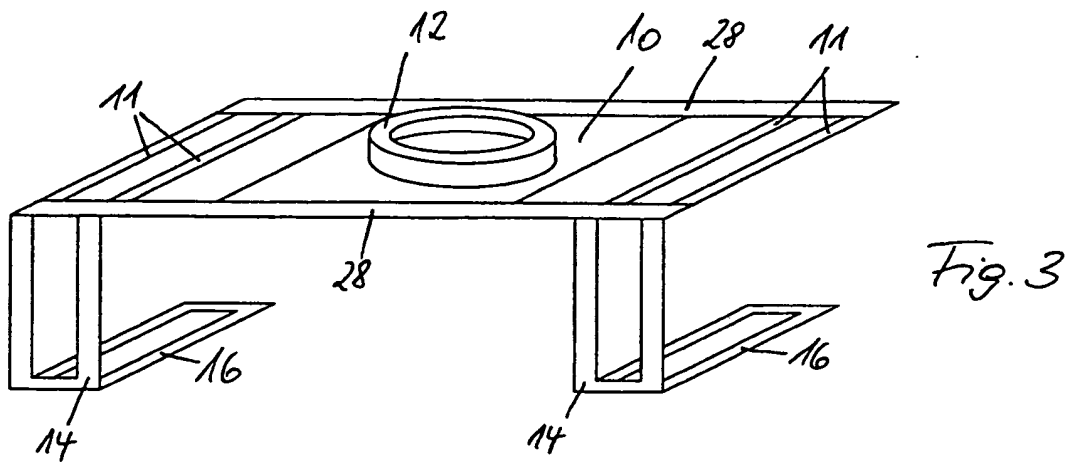
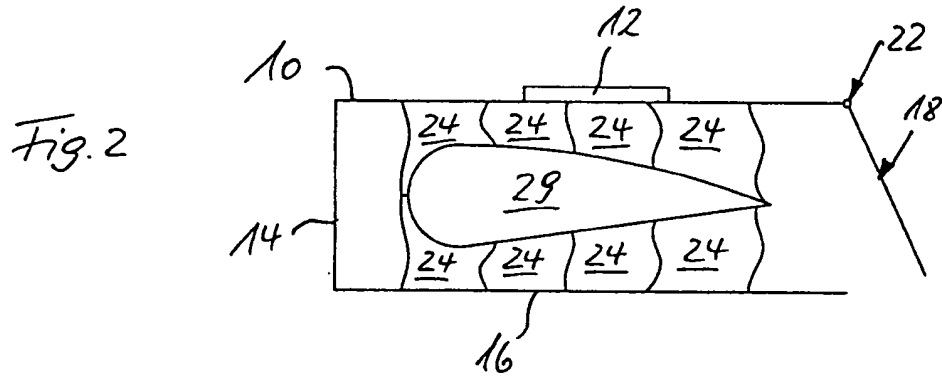
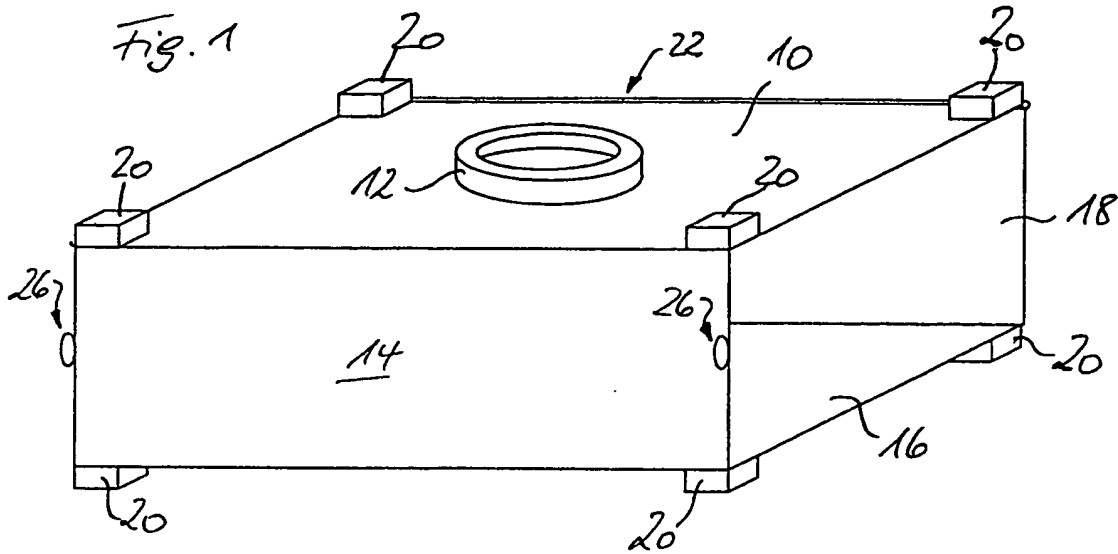


Fig. 4

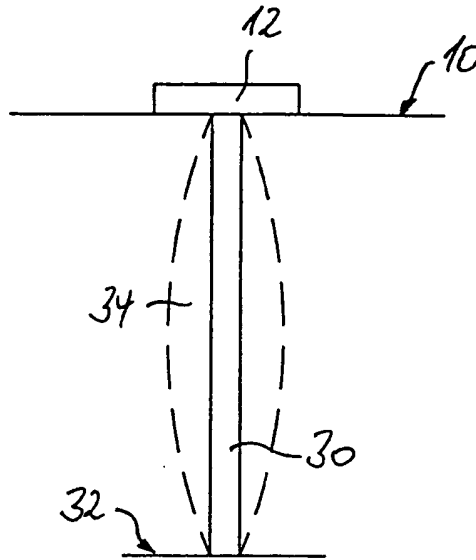


Fig. 5

